

008062130     \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 89-327242/198945

**Active-matrix liq.-crystal display panel mfr. - by recrystallising  
amorphous silicon film on transparent substrate by irradiating pulsed  
laser beam etc. NoAbstract Dwg 1/5**

Patent Assignee: SONY CORP (SONY )

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Main IPC	Week
JP 1241862	A	19890926	JP 8870243	A	19880324		198945 B

Priority Applications (No Type Date): JP 8870243 A 19880324

Patent Details:

Patent	Kind	Lan Pg	Filing Notes	Application	Patent
JP 1241862	A	4			

Title Terms: ACTIVE; MATRIX; LIQUID; CRYSTAL; DISPLAY; PANEL;  
MANUFACTURE;

RECRYSTALLISATION; AMORPHOUS; SILICON; FILM; TRANSPARENT;  
SUBSTRATE;

IRRADIATE; PULSE; LASER; BEAM; NOABSTRACT

Index Terms/Additional Words: LCD

Derwent Class: L03; P81; U11; U12; U14

International Patent Class (Additional): G02F-001/13; H01L-021/20;  
H01L-027/12; H01L-029/78

File Segment: CPI; EPI; EngPI

02944262     \*\*Image available\*\*

MANUFACTURE OF DISPLAY DEVICE

PUB. NO.: **01-241862** [JP 1241862 A]

PUBLISHED: September 26, 1989 (19890926)

INVENTOR(s): SAMEJIMA TOSHIYUKI

TOMITA TAKASHI

USUI SETSUO

APPLICANT(s): SONY CORP [000218] (A Japanese Company or Corporation), JP  
(Japan)

APPL. NO.: 63-070243 [JP 8870243]

FILED: March 24, 1988 (19880324)

INTL CLASS: [4] H01L-027/12; G02F-001/133; H01L-021/20; H01L-029/78

JAPIO CLASS: 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components); 29.2 (PRECISION  
INSTRUMENTS -- Optical Equipment)

JAPIO KEYWORD: R002 (LASERS); R011 (LIQUID CRYSTALS); R096 (ELECTRONIC  
MATERIALS -- Glass Conductors); R097 (ELECTRONIC MATERIALS --  
Metal Oxide Semiconductors, MOS)

JOURNAL: Section: E, Section No. 864, Vol. 13, No. 578, Pg. 33,  
December 20, 1989 (19891220)

ABSTRACT

PURPOSE: To manufacture a thin film transistor having high performance by using an inexpensive glass substrate of a resin substrate by crystallizing an amorphous silicon film by irradiating it with a pulse laser, and forming source, drain regions by impurity doping by laser radiation.

CONSTITUTION: An a-Si:H film 3 is crystallized by irradiating it with a pulse laser beam 5 to form a polycrystalline Si film 6 at an ambient temperature. The film 6 is patterned to form an insular pattern, and an aluminum film 8 is formed on a film 7. The films 8, 7 are patterned, and a gate bus line 9 and a gate electrode 10 are formed. With the film 7 as a mask the film 4 is etched to expose the film 6. After a phosphorus P film 11 is, for example, formed on a whole surface, the surface is radiated with the beam 5 by a XeCl excimer laser. The P is doped in a self-aligning manner to the electrode 10 in the film 6, and an n<sup>(sup +)</sup> type source region 12 and an n<sup>(sup +)</sup> type pixel electrode 13 used also as a drain region are, for example, formed in a self-aligning manner.

⑨ 日本国特許庁 (JP) ⑩ 特許出願公開  
 ⑪ 公開特許公報 (A) 平1-241862

⑫Int.Cl. <sup>4</sup>	識別記号	府内整理番号	⑬公開 平成1年(1989)9月26日
H 01 L 27/12		A-7514-5F	
G 02 F 1/133	3 2 7	7370-2H	
H 01 L 21/20		7739-5F	
29/78	3 1 1	Y-7925-5F	審査請求 未請求 請求項の数 1 (全8頁)

## ⑭発明の名称 表示装置の製造方法

⑮特 願 昭63-70243  
 ⑯出 願 昭63(1988)3月24日

⑰発明者 鮫島俊之 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内  
 ⑲発明者 富田尚 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内  
 ⑳発明者 碓井節夫 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内  
 ㉑出願人 ソニー株式会社 東京都品川区北品川6丁目7番35号  
 ㉒代理人 弁理士 杉浦正知

## 明細書

## 1. 発明の名称

表示装置の製造方法

## 2. 特許請求の範囲

薄膜トランジスタにより絵素電極をオン／オフするようにしたアクティブ・マトリクス方式の表示装置の製造方法において、

透明基板上にアモルファスのシリコン膜を形成する工程と、

上記アモルファスのシリコン膜に第1のパルスレーザービームを照射して加熱することにより結晶化する工程と、

上記結晶化されたシリコン膜上にゲート絶縁膜及びゲート電極を形成する工程と、

上記結晶化されたシリコン膜上に不純物を堆積後または不純物を含むガス中で上記結晶化されたシリコン膜に第2のパルスレーザービームを照射して上記結晶化されたシリコン膜中に上記不純物を拡散させることにより上記薄膜トランジスタのソース領域及びドレイン領域を形成する工程とを

有することを特徴とする表示装置の製造方法。

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔産業上の利用分野〕

本発明は、表示装置の製造方法に関し、例えばアクティブ・マトリクス方式の液晶ディスプレイの製造に適用して好適なものである。

## 〔発明の概要〕

本発明は、薄膜トランジスタにより絵素電極をオン／オフするようにしたアクティブ・マトリクス方式の表示装置の製造方法において、透明基板上にアモルファスのシリコン膜を形成する工程と、上記アモルファスのシリコン膜に第1のパルスレーザービームを照射して加熱することにより結晶化する工程と、上記結晶化されたシリコン膜上にゲート絶縁膜及びゲート電極を形成する工程と、上記結晶化されたシリコン膜上に不純物を堆積後または不純物を含むガス中で上記結晶化されたシリコン膜に第2のパルスレーザービームを照射して上記結晶化されたシリコン膜中に上記不純物を

拡散させることにより上記薄膜トランジスタのソース領域及びドレイン領域を形成する工程とを有する。これによって、安価なガラス基板や樹脂基板を用いて高性能の薄膜トランジスタを製造することができ、しかもこの薄膜トランジスタのソース領域及びドレイン領域をゲート電極に対して自己整合的に形成することができる。また、表示装置の製造工程を簡略化することができる。

#### [従来の技術]

従来、各絵素に形成された薄膜トランジスタにより絵素電極をオン／オフして表示を行うアクティブ・マトリクス方式の液晶ディスプレイが知られている。第5図A及び第5図Bは従来のアクティブ・マトリクス方式の液晶ディスプレイの一例を示す。第5図A及び第5図Bに示すように、この液晶ディスプレイにおいては、透明なガラス基板101上にITO (Indium Tin Oxide) から成る絵素電極102、この絵素電極102をオン／オフするための薄膜トランジスタT、ゲート・バ

3

#### [発明が解決しようとする課題]

上述の従来のアクティブ・マトリクス方式の液晶ディスプレイにおける薄膜トランジスタTはa-Si:H膜107を用いて形成されている。このa-Si:H膜107は、プラズマCVD法を用いることにより耐熱性のないガラス基板101上に形成することができる。しかし、このa-Si:H膜107中のキャリア（電子）の移動度は十分に高いとは言えない。また、この薄膜トランジスタTのソース領域108及びドレイン領域109はゲート電極105に対して自己整合的に形成することができないため、これらのソース領域108及びドレイン領域109とゲート電極105との合わせ精度が悪い。さらに、絵素電極102の形成からソース・バス・ライン104及び配線110の形成まで非常に多くのリソグラフィー工程が必要であり、製造工程が複雑である。

従って本発明の目的は、安価なガラス基板や樹脂基板を用いてキャリアの移動度の高い高性能の

ソース・ライン103及びソース・バス・ライン104が形成されている。上記薄膜トランジスタTは、上記ゲート・バス・ライン103と一体的に形成されているゲート電極105、SiO<sub>2</sub>膜（またはSiN膜）のようなゲート絶縁膜106、真性（i型）の水素化アモルファスシリコン（a-Si:H）膜107、n<sup>+</sup>型のa-Si:H膜から成るソース領域108及びドレイン領域109により構成されている。この場合、ソース領域108は上記ソース・バス・ライン104と接続され、ドレイン領域109はアルミニウム（Al）のような金属の配線110により上記絵素電極102と接続されている。なお、第5図Aにおいては、上記ゲート絶縁膜106、a-Si:H膜107、ソース領域108及びドレイン領域109の図示は省略されている。

なお、本発明に関連する先行技術文献として、酸素（O）または窒素（N）原子を含む半導体層により絵素電極が形成された液晶表示素子に関する特開昭61-249080号公報が挙げられる。

4

薄膜トランジスタを製造することができる表示装置の製造方法を提供することにある。

本発明の他の目的は、薄膜トランジスタのソース領域及びドレイン領域をゲート電極に対して自己整合的に形成することができる表示装置の製造方法を提供することにある。

本発明の他の目的は、製造工程を簡略化することができる表示装置の製造方法を提供することにある。

#### [課題を解決するための手段]

本発明は、薄膜トランジスタ（T）により絵素電極（13）をオン／オフするようにしたアクティブ・マトリクス方式の表示装置の製造方法において、透明基板（1）上にアモルファスのシリコン膜（3）を形成する工程と、アモルファスのシリコン膜（3）に第1のパルスレーザービーム（5）を照射して加熱することにより結晶化する工程と、結晶化されたシリコン膜（6）上にゲート絶縁膜（4、7）及びゲート電極（10）を形

5

6

成する工程と、結晶化されたシリコン膜(6)上に不純物を堆積後または不純物を含むガス中で結晶化されたシリコン膜(6)に第2のパルスレーザービーム(5)を照射して結晶化されたシリコン膜(6)中に不純物を拡散させることにより薄膜トランジスタ(T)のソース領域(12)及びドレイン領域(13)を形成する工程とを有する表示装置の製造方法である。

## 〔作用〕

上記した手段によれば、結晶化されたシリコン膜により薄膜トランジスタを形成することができる、キャリアの移動度を高くすることができます。しかも、アモルファスのシリコン膜の形成及びその結晶化、ソース領域及びドレイン領域を形成するための不純物ドーピング等はいずれも室温～300°C程度の低温で行うことができる。従って、安価なガラス基板や樹脂基板を用いて高性能の薄膜トランジスタを製造することができる。また、パルスレーザービームの照射により、ゲート

7

本実施例においては、第1図Aに示すように、まずあらかじめ洗浄された透明なガラス基板1上に例えばプラズマCVD法により例えば室温～300°C程度の基板温度で例えば膜厚300Å程度のSiN膜2、例えば膜厚300～1000Å程度のi型のa-Si:H膜3及び例えば膜厚1000Å程度のSiN膜4を順次形成する。上記SiN膜2によってガラス基板1からの汚染を防止することができる。

次に、例えば室温でパルスレーザービーム5を全面に照射する。このパルスレーザービーム5としては例えばXeClエキシマーレーザーによるパルスレーザービーム(波長308nm)を用いることができ、そのパルス幅は例えば30ns、照射エネルギー密度は例えば200～300mJ/cm<sup>2</sup>である。このパルスレーザービーム5の照射により上記a-Si:H膜3が瞬間に加熱され、結晶化される。これによって、第1図Bに示すように、多結晶のSi膜6を室温で形成することができる。次に、上記SiN膜4及びこの結晶化されたSi膜6

電極に対して自己整合的にシリコン膜中に不純物ドーピングが行われるので、薄膜トランジスタのソース領域及びドレイン領域をゲート電極に対して自己整合的に形成することができる。さらに、これらのソース領域及びドレイン領域を形成するために従来のようにリソグラフィー工程を必要としないので、少なくともこの分だけリソグラフィー工程の数が少なくなり、従って製造工程を簡略化することができる。

## 〔実施例〕

以下、本発明の一実施例について図面を参照しながら説明する。この実施例は本発明をアクティブ・マトリクス方式の液晶ディスプレイの製造に適用した実施例である。

第1図A～第1図Dは本発明の一実施例によるアクティブ・マトリクス方式の液晶ディスプレイの製造方法を工程順に示し、第2図はその完成状態を示す。なお、第1図A～第1図Dは第2図のY-Y線に沿っての断面図である。

8

をエッチングによりバターンニングして、後述の薄膜トランジスタT形成用のSi膜と絵素電極13形成用のSi膜とが一体化された島状バターンを形成する。次に、例えばプラズマCVD法により全面に例えば膜厚1000～2000ÅのSiO<sub>2</sub>膜7を形成した後、さらにこのSiO<sub>2</sub>膜7上に例えばスパッタ法や蒸着法により例えば膜厚1000～2000ÅのAl膜8を形成する。

次に、これらのAl膜8及びSiO<sub>2</sub>膜7をエッチングにより所定形状にバターンニングして、第1図C及び第2図に示すように、ゲート・バス・ライン9及びゲート電極10を形成する。次に、このバターンニングされたSiO<sub>2</sub>膜7をマスクとして上記SiN膜4をエッチングすることにより上記Si膜6を露出させる。なお、このバターンニング後のSiN膜4及び上記SiO<sub>2</sub>膜7によりゲート絶縁膜が構成される。次に、例えばプラズマCVD法により全面に例えば膜厚100Åのリン(P)膜11を形成した後、例えばXeClエキシマーレーザーによるパルスレーザービーム5を全面に照射

9

する。このパルスレーザービーム 5 のパルス幅は例えば 20 ns であり、照射エネルギー密度は例えば 200 ~ 300 mJ/cm<sup>2</sup> である。このパルスレーザービーム 5 の照射により上記 Si 膜 6 が瞬間に加熱され、その結果上記 P 膜 11 が直接接している上記 Si 膜 6 中に P が上記ゲート電極 10 に対して自己整合的にドーピングされる。これによって、例えば n<sup>+</sup> 型のソース領域 12 とドレイン領域を兼用する例えば n<sup>+</sup> 型の絵素電極 13 を上記ゲート電極 10 に対して自己整合的に形成することができる。これらのソース領域 12 及びドレイン領域を兼用する絵素電極 13 の抵抗率 ρ は  $10^{-2} \sim 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$  と低くすることができる。また、後述のように波長 300 ~ 800 nm の可視光に対するこの絵素電極 13 の透過特性は良好である。この後、上記 P 膜 11 をエッチング除去する。なお、上述のような不純物ドーピング法は、LIMPID (Laser Induced Melting of Predeposited Impurity Doping) 法と呼ばれているものである。

## 1 1

ドレイン領域とにより n チャネルの薄膜トランジスタ T が構成されている。

第 3 図は形成直後 (as-deposited) の a-Si:H 膜 (膜厚 550 Å) 及びこの a-Si:H 膜をパルスレーザービームの照射により結晶化した後の透過スペクトルを示し、第 4 図はこの第 3 図に示す透過スペクトルから計算により求めた吸収係数の波長依存性を示す。

第 3 図からわかるように、形成直後の a-Si:H 膜は、青色の光は透過しにくく、緑色及び赤色の光は透過しやすいため、膜の色は茶色に見える。これに対して、この a-Si:H 膜をパルスレーザービームの照射により結晶化した後には、第 4 図からわかるように特に青～緑の光に対する吸収係数が減少し、このため第 3 図からわかるように結晶化後の Si 膜は青色の光に対しても透過率は高くなり、従って赤、緑、青の三原色の光に対して 35 ~ 45 % の高い透過率が得られている。この結果、可視域で色合いの優れた白色透明の Si 膜 6 を得ることができる。上述の 35 ~ 45 % という透

次に第 1 図 D に示すように、全面に例えれば膜厚 0.15 ~ 1 μm の感光性のポリイミドのような層間絶縁膜 14 を形成した後、この層間絶縁膜 14 の所定部分を除去してコンタクトホール 14a を形成する。次に、全面に例えれば Al 膜を形成した後、この Al 膜をエッチングにより所定形状にバターンニングしてソース・バス・ライン 15 を形成する。このソース・バス・ライン 15 は上記コンタクトホール 14a を通じて上記ソース領域 12 に接続されている。次に、全面に液晶配向膜 (図示せず) を形成した後、SiN 膜 4 と Si 膜 6 との界面の特性改善や SiO<sub>2</sub> 膜 7 及び層間絶縁膜 14 の耐圧改善等のために必要に応じて例えれば 300 ~ 400 °C の温度でアニールを行う。この後、液晶の封入工程等を経て、目的とする液晶ディスプレイが完成される。

このようにして製造される液晶ディスプレイにおいては、上記ゲート電極 10 と、上記 SiN 膜 4 及び SiO<sub>2</sub> 膜 7 から成るゲート絶縁膜と、上記ソース領域 12 と、絵素電極 13 により兼用される

## 1 2

過率の値はITOのそれ (第 3 図参照) に比べると低いが、実用上十分な値である。なお、結晶化された Si 膜 6 上に例えれば SiN 膜のような無反射膜を形成して反射を抑えれば、この透過率は例えば 80 % 程度に向上させることが可能である。

本実施例によれば次のような種々の利点がある。すなわち、パルスレーザービーム 5 の照射により、a-Si:H 膜 3 の結晶化を室温で行うことができる。また、ソース領域 12 及びドレイン領域を兼用する絵素電極 13 を形成するための不純物ドーピングも同様にパルスレーザービーム 5 の照射により室温で行うことができる。従って、本実施例によれば、耐熱性はないが安価なガラス基板 1 を用いてキャリア (電子) の移動度が高い高性能の薄膜トランジスタ T を室温 ~ 300 °C の低温プロセスで製造することができる。この薄膜トランジスタ T により、高速でしかもより大きな電流のスイッチングを行うことができる。また、薄膜トランジスタ T 形成用の Si 膜と絵素電極 13 を一回のリソグラフィーにより形成することができるば

## 1 3

## 1 4

かりでなく、ソース領域12及び絵素電極13により兼用されるドレイン領域を形成するためにリソグラフィー工程を必要としないので、既述の従来の液晶ディスプレイに比べてリソグラフィー工程の数が少なくなり、従ってこの分だけ製造工程を簡略化することができる。さらに、ゲート電極10に対して自己整合的にSi膜6中に不純物がドーピングされるので、ソース領域12及びドレイン領域を兼用する絵素電極13をゲート電極10に対して自己整合的に形成することができる。

さらにまた、薄膜トランジスタT用のSi膜と絵素電極13とは共通の薄いSi膜6により形成されているため、表面は全体として平坦であり、従ってゲート・バス・ライン9やソース・バス・ライン15の断線を防止することができる。

以上、本発明の実施例につき具体的に説明したが、本発明は、上述の実施例に限定されるものではなく、本発明の技術的思想に基づく各種の変形が可能である。

例えば、a-Si:H膜3の代わりにa-SixC

$x$ :H ( $0 < x < 1$ )膜、a-SixN $_{1-x}$ :H ( $0 < x < 1$ )膜、a-SixO $_{1-x}$ :H ( $0 < x < 1$ )膜等を用いることができる。これらのa-SixC $_{1-x}$ :H膜、a-SixN $_{1-x}$ :H膜及びa-SixO $_{1-x}$ :H膜はa-Si:H膜3に比べて吸収端がより短波長側にあるため、可視域で透過率をより高くすることができます。なお、これらのC、N、Oの濃度は例えば $10^{19}\text{cm}^{-3}$ 程度とすることができます、これによって可視域で吸収係数を $10^3\text{cm}^{-1}$ 以下にすることができます。また、これらのa-SixC $_{1-x}$ :H膜、a-SixN $_{1-x}$ :H膜及びa-SixO $_{1-x}$ :H膜は、プラズマCVD法による成長時の反応ガスとしてSiH $_4$ の他にそれぞれ例えばC $_2$ H $_2$ CH $_3$ 、NH $_3$ 及びNO $_2$ を用いることにより形成することができる。さらに、透過率を高くする必要があるのは絵素電極13の部分であるので、例えばa-Si:H膜3を形成した後にこれに既述のLIMPID法によりC、NまたはOを添加してもよい。また、このa-Si:H膜3は必ずしもプラズマCVD法により形成する

## 15

## 16

必要はなく、スパッタ法や蒸着法により形成することも可能である。さらにまた、ソース領域12及びドレイン領域を兼用する絵素電極13を形成するための不純物ドーピング法としては、ドーピングしたい不純物を含むガス（例えばn型不純物の場合はPH $_3$ 、p型不純物の場合はB $_2$ H $_6$ ）中でパルスレーザービームを照射することにより不純物ドーピングを行う方法であるGILD（Gas Immersion Laser Doping）法を用いてもよい。

また、パルスレーザービーム5としては、例えばXeFエキシマーレーザーによるパルスレーザービーム（波長351nm）を用いることも可能である。さらに、ガラス基板1の代わりに例えばポリメタクリル酸メチル（PMMA）やポリカーボネット等の透明樹脂材料の基板を用いることも可能である。

また、上述の実施例においては、本発明を液晶ディスプレイの製造に適用した場合について説明したが、本発明は、液晶ディスプレイ以外のアクティブ・マトリクス方式の表示装置の製造に適用

することが可能である。例えば、上述の実施例における絵素電極13上の層間絶縁膜14を除去し、表示用物質として液晶の代わりに例えばエレクトロクロミック（EC）材料を用いれば、アクティブ・マトリクス方式のエレクトロクロミックディスプレイを製造することができる。なお、液晶の代わりに光センサー材料を用いれば、二次元センサーを製造することもできる。

## 〔発明の効果〕

以上説明したように、本発明によれば、アモルファスのシリコン膜にパルスレーザービームを照射して加熱することにより結晶化するとともに、ソース領域及びドレイン領域をパルスレーザービームの照射による不純物ドーピングにより形成しているので、安価なガラス基板や樹脂基板を用いて高性能の薄膜トランジスタを製造することができる。また、ゲート電極に対して自己整合的にシリコン膜中に不純物がドーピングされるので、薄膜トランジスタのソース領域及びドレイン領域を

## 17

## 18

ゲート電極に対して自己整合的に形成することができる。さらに、ソース領域及びドレイン領域を形成するためにリソグラフィー工程を必要としないので、少なくともこの分だけリソグラフィー工程の数が少なくなり、これによって製造工程を簡略化することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図A～第1図Dは本発明の一実施例によるアクティブ・マトリクス方式の液晶ディスプレイの製造方法を工程順に説明するための断面図、第2図は第1図A～第1図Dに示す方法により製造された液晶ディスプレイの完成状態を示す斜視図、第3図は形成直後のa-Si:H膜及びこのa-Si:H膜をパルスレーザービームの照射により結晶化した後の透過スペクトルを示すグラフ、第4図は第3図に示す透過スペクトルから計算により求めた吸収係数の波長依存性を示すグラフ、第5図Aは従来のアクティブ・マトリクス方式の液晶ディスプレイの一例を示す斜視図、第5図Bは第5図AのX-X断面図である。

#### 図面における主要な符号の説明

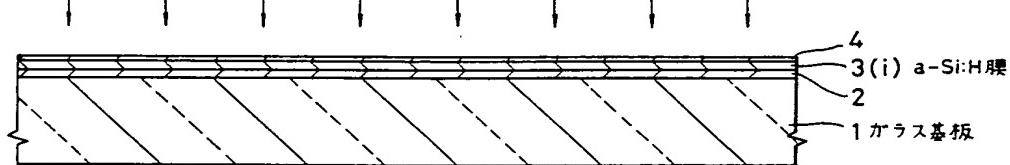
1：ガラス基板（透明基板）、3：a-Si:H膜、6：結晶化されたSi膜、9：ゲート・バス・ライン、10：ゲート電極、15：ソース・バス・ライン、T：薄膜トランジスタ。

代理人 弁理士 杉浦正知

20

19

5 パルスレーザービーム

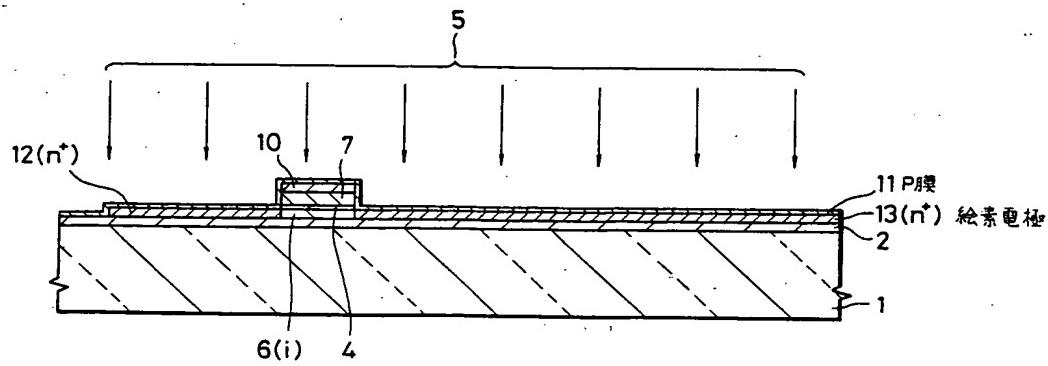


一実施例

第1図A

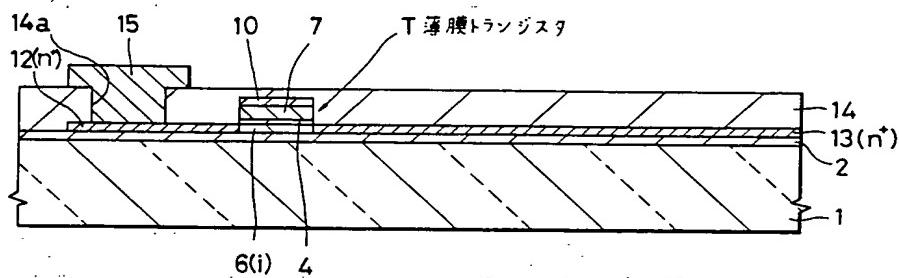
一実施例

第1図B



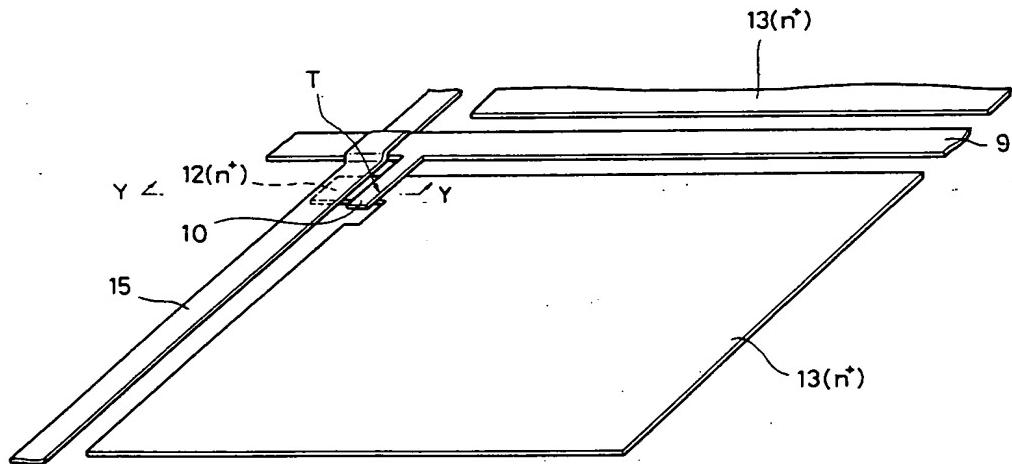
- 実施例

第1図C



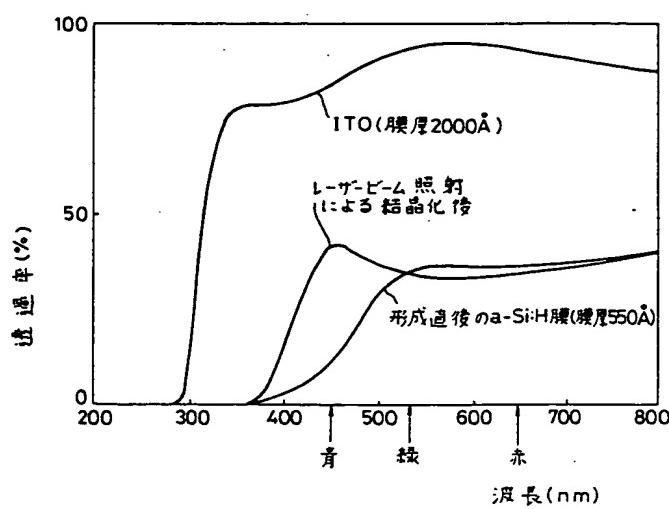
- 実施例

第1図D



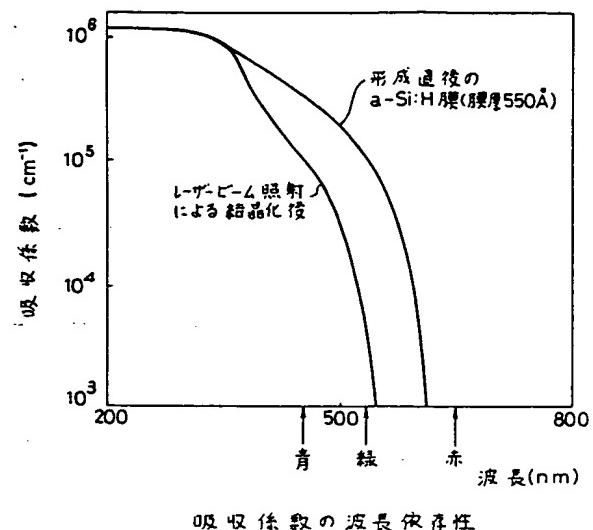
液晶ディスプレイの完成状態

第2図



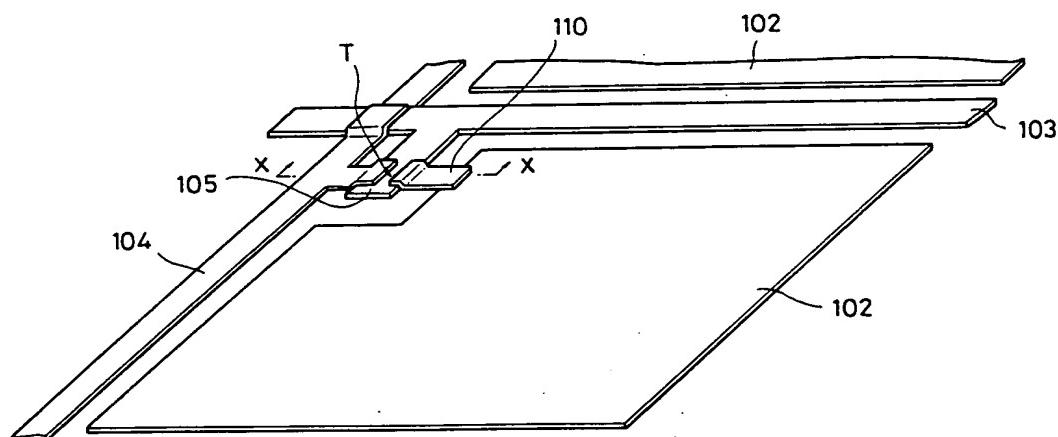
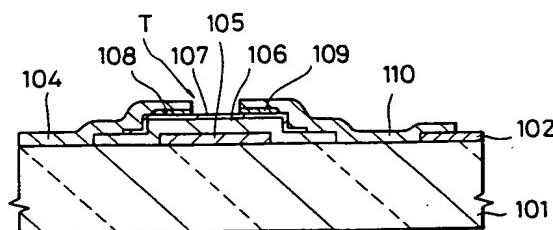
透過スペクトル

第3図



吸収係数の波長依存性

第4図

従来例  
第5図A

第5図AのX-X断面図

第5図B